

1/3/1

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

012789547 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1999-595774/199951

XRFX Acc No: N99-440052

**Running-path recognition apparatus for use in safe running assistance and safe automatic running of moving body - has guide line detector that determines guide line candidate as proper guide line if distributed relative value relevant to dispersion of guide line candidate point deviation is below predetermined value**

Patent Assignee: TOYOTA CHUO KENKYUSHO KK (TOYW )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 11259639	A	19990924	JP 9880186	A	19980311	199951 B

Priority Applications (No Type Date): JP 9880186 A 19980311

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 11259639	A		8 G06T-001/00	

Abstract (Basic): JP 11259639 A

NOVELTY - A deviation calculation circuit extracts a guide line candidate point and computes its deviation in traverse course. A distributed relative value relevant to the dispersion of calculated guide line candidate point deviation is computed. A guide line detector determines a guide line candidate as a suitable guide line when the distributed relative value is below a predetermined value. DETAILED DESCRIPTION - The guide line candidate is extracted from a predetermined image. The appearance position of the guide line is estimated based on the image obtained from the run condition of a moving body during the next image pick-up. The range of predetermined width is set centering around the estimated guide line, to the extracted guide line candidate.

USE - For use in safe running assistance and safe automatic running of moving body.

ADVANTAGE - Ensures accurate and reliable recognition of a guide line even if guide line is varied due to the variation of a marker drawn on a road surface. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the flowchart of the process procedure of the CPU of a running-path recognition apparatus.

Dwg.2/8

Title Terms: RUN; PATH; RECOGNISE; APPARATUS; SAFE; RUN; ASSIST; SAFE; AUTOMATIC; RUN; MOVE; BODY; GUIDE; LINE; DETECT; DETERMINE; GUIDE; LINE; CANDIDATE; PROPER; GUIDE; LINE; DISTRIBUTE; RELATIVE; VALUE; RELEVANT; DISPERSE; GUIDE; LINE; CANDIDATE; POINT; DEVIATE; BELOW; PREDETERMINED; VALUE

Derwent Class: S02; T01; T06; T07

International Patent Class (Main): G06T-001/00

International Patent Class (Additional): G01C-015/00; G05D-001/02;

G08G-001/16

File Segment: EPI

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-259639

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月24日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>  
 G 0 6 T 1/00  
 G 0 1 C 15/00  
 // G 0 5 D 1/02  
 G 0 8 G 1/16

識別記号

F I

G 0 6 F 15/62 3 8 0  
 G 0 1 C 15/00 A  
 G 0 5 D 1/02 K  
 G 0 8 G 1/16 C

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-80186

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月11日

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1

(72) 発明者 高橋 新

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 二宮 芳樹

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

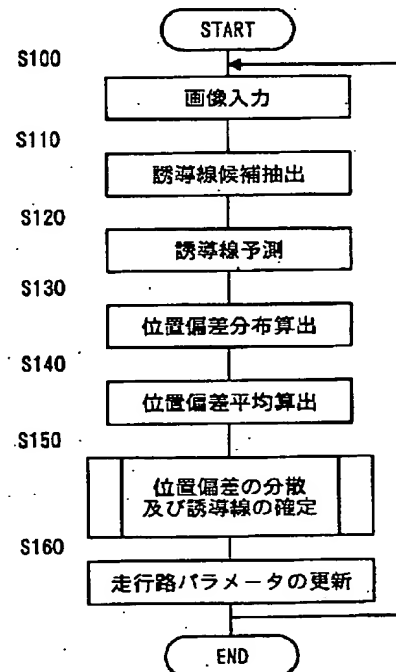
(74) 代理人 弁理士 藤谷 修

(54) 【発明の名称】 走行路認識装置

(57) 【要約】

【課題】 走行路認識装置において、精度よく誘導線を認識すること

【解決手段】 画像処理による誘導線認識において、ステップS120で、過去の誘導線パラメータ、および自動車姿勢（カメラ姿勢）パラメータに基づいて予測演算されたそれらの値に基づいて、路面画像上に誘導線が存在すると思われる位置に予測線を描く。ステップS130で、その予測線を中心に予測線に沿い、第1の探索領域を設ける。その領域内で誘導線候補点を探索し、各位置偏差を求める。さらに、ステップS140で、その平均値線を求める。ステップS150で、その平均値線を中心に平均値線に沿い、第2の探索領域を設け、その領域内の候補点数を求める。候補点数が、基準値以上であると、真正の誘導線であると判断し、以下であると誤認識と判断する。従って、急激な大きい誘導線の変化にも柔軟に追従し、路面上異物などの誤認識も回避することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】移動体に搭載された撮像装置により走行路を撮像し、得られた画像から移動体の誘導指標となる誘導線を認識する走行路認識装置において、前記画像から前記誘導線の候補となる誘導線候補を抽出する誘導線候補抽出手段と、前回の撮像時に得られた誘導線と、移動体の走行状態とから、次回の撮像時に得られる画像に対して、誘導線の出現位置を予測する誘導線予測手段と、前記誘導線候補抽出手段により処理された画像に対し、前記誘導線予測手段により予測された予測線を中心として所定幅の範囲を設定し、該範囲内を探索する事により、誘導線候補点を抽出し、予測線に対する該誘導線候補点の偏差分布を演算する偏差演算手段と、前記偏差演算手段により演算された偏差分布の分散に関連した分散関連値を演算する分散関連値演算手段と、前記分散関連値が所定値以下の場合に、前記誘導線候補を真正な誘導線として採用する誘導線決定手段と、から成る走行路認識装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、移動体のための走行路認識装置であって、特に移動体に画像処理システムを搭載し、撮像された路面画像から走行路を精度よく検出し、安全な運転支援や自動走行を可能とする走行路認識装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、画像処理を利用した走行路検出装置としては、特開平5-164569号公報に開示の移動車の走行路検出装置が知られている。簡単に説明すると、車輛に画像処理システムを搭載し、走行中に路面に描かれた誘導線を撮像する。撮像された画像を複数の領域に分け、処理するのが特徴である。撮像された画像は、図8のような、遠方で交差する2本の直線(L、R)であり、その画像が出現すると予想される箇所に、複数の探索領域(ウィンドウ:W1、W2・・W5)が設定される。

【0003】複数の領域内は、誘導線を検出するため、それぞれ強度変化を伴うエッジ部等が探索され、その候補点が求められる。コンピュータシステムは、求められた複数の候補点(P1、・・・Pn)を基に、それらを通る近似直線を算出し、現在の誘導線として認識する。撮像装置によって2次元的に認識されたこの近似直線は、幾何学的な変換則によってコンピュータシステム内に構築された3次元空間内の直線として認識され、車輛の姿勢制御に使用される。

【0004】また、走行路は、連続的に徐々に変化するものであるから、複数の探索領域(ウィンドウ:W1、W2・・W5)もそれに従って、変化させる必要がある。この変化は、現在の探索領域に補正を加えることに

よってなされ、補正量は、各探索領域の中心位置が現在の近似直線上に重なるように設定される。このように、複数の探索領域は、常に誘導線を捉えるように補正されるので、確実な自立走行ができるとしている。

【0005】また、コンピュータシステムは、路面に描かれた歩道など他の標識や縁石を同じく誘導線として誤認識する場合がある。このような場合には、複数の探索領域の補正量の絶対比較および相互比較をし、その妥当性を判定している。すなわち、ある探索領域に基準値以上の補正量が算出された時、それは誤認識と判定され、補正は行われずに、現在の探索領域がそのまま次回の探索領域として使用されるのである。従って、万一ある探索領域で誘導線以外のものを検出しても、誤認識として排除され、総合的に正しい走行路認識が行われるので、安全な自立走行が可能とされている。

## 【0006】

【発明が解決しようする課題】しかしながら、前述の方法は、前回の各探索領域内で検出された候補点を用い、次回の走行路を最終的に近似直線で代用する一種のフィードバック方式である。すなわち、従来手法は、道路を高速道路などの直線路あるいは曲率の小さいきわめて緩やかな変化の少ない曲線路には有効であるが、急激に変化する、曲率の大きい一般カーブ道路等では、画像中の走行路の変位量が大きくなり、必ずしも適用できるものではない。従って、常に安全な自立走行が保証されるものではない。また、車載カメラには、大きい縦振動やピッチ角振動が突然付加されることがある。このような場合、前述の方法においては、複数の探索領域において補正量が基準値を超える場合があり、走行路は正常であるにもかかわらず認識異常と判定される場合があった。

【0007】本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、前回の誘導線パラメータと自動車走行状態パラメータによって、今回撮像時の予測線を算出し、その予測線を基準とした誘導線候補点の分散状態は、路面上の異物検出時には相対的に大きく、誘導線の急激な変化箇所では相対的に小さいことに着目し、曲率の大きい道路、あるいは路面標識等紛らわしい線が多い一般道路でも、柔軟に追従し、精度よく走行路を検出する走行路認識装置を提供することを目的としている。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために、本発明の走行路認識装置は、移動体に搭載された撮像装置により走行路を撮像し、得られた画像から移動体の誘導指標となる誘導線を認識する走行路認識装置であって、画像から誘導線の候補となる誘導線候補を抽出する誘導線候補抽出手段と、前回の撮像時に得られた誘導線と、移動体の走行状態とから、次回の撮像時に得られる画像に対して、誘導線の出現位置を予測する誘導線予測手段と、誘導線候補抽出手段により処理された画像に対して、誘導線予測手段により予測された予測線を中心

として所定幅の範囲を設定し、その範囲を探索することにより誘導線候補点を抽出し、予測線に対する誘導線候補点の偏差分布を演算する偏差演算手段と、偏差演算手段により演算された偏差分布の分散に関連した分散関連値を演算する分散関連値演算手段と、分散関連値が所定値以上の場合に、誘導線候補を真正な誘導線として採用する誘導線決定手段とを備えている。尚、分散関連値演算手段としては、偏差演算手段により演算された偏差分布の平均値を演算する平均値演算手段と、その平均値を中心として所定範囲に存在する偏差分布の割合を分散関連値として演算する手段とで構成しても良い。

#### 【0009】

【発明の作用及び効果】本発明の構成要素である誘導線候補抽出手段は、自動車等の移動体に搭載された撮像装置によって取り込まれた画像に対し、画像演算処理を行い誘導線の候補を抽出する。画像演算処理とは、例えば、2値化による強調処理、微分による輪郭処理である。その抽出された画像に対して、誘導線予測手段は、前回の撮像時に得られた誘導線と移動体の走行状態とから、次の撮像時に得られる画像に対して、その誘導線の出現位置を予測する。

【0010】偏差演算手段は、誘導線候補抽出手段により処理された画像に対して、誘導線予測手段により得られた予測線を中心として、所定幅の範囲を設定する。そして、その範囲内における画像を探索することによって誘導線候補点を抽出し、予測線に対する誘導線候補点の偏差分布を演算する。分散関連値演算手段は、その演算された偏差分布の分散に関連した値を演算する。

【0011】最後に、誘導線決定手段は、その分散関連値が所定値以下である場合に、その誘導線候補を真正な誘導線として採用する。このように、予測線と誘導線候補との偏差分布を求め、その誘導線候補の分散が小さい場合に、真正な誘導線と判定している。例えば、路面上で縁石等を検出した場合、上記偏差分布の分散は大きくなる。これに対して、白線等の真正な誘導線が急激に変化する場合には、予測線に対する誘導線候補自体の絶対偏差は大きくなるが、その誘導線に沿った偏差分布の分散は小さい。従って、路面に描かれた他の標識あるいはカメラの変動などで大きく誘導線が変動しても、確実にそれを区別することができ、より安全な走行路認識装置となる。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は本実施形態の1例を示す構成図であり、本発明の走行路認識装置は、CPU100、認識プログラムが書かれたROM110、そのプログラム実行時の作業領域メモリであるRAM120、図示しない制御機器との入出力インターフェースであるI/Oインターフェース130、カメラから送出される映像信号を高速A/D変換し、画像専用のフレーム

メモリ165に取り込む画像入力装置160から構成されている。これらの構成要素は全てアドレスバス、データバス、各種信号線からなるシステムバス140によりつながれており、CPU100とROM110に書かれた各種プログラムによって、データが授受され、コントロールされる。本発明を構成する全ての手段は、このROM110に記憶された走行路認識処理プログラムとそれを実行する上記コンピュータシステムによって形成される。

【0013】次に、本発明である走行路認識装置の動作を、図2に示す走行路認識プログラムのフローチャートに従って説明する。以下では、説明を簡単にするため、誘導線1本について説明するが、実際は左右2本について同様の処理が行われる。ここでは、この誘導線としては、走行路の両側に引かれた白線を対象としている。ステップS100で、画像入力装置160によって、撮像装置であるカメラ150から路面映像が、フレームメモリ165に取り込まれる。フレームメモリは、複数のRAMから構成されるものであり、その1単位（1枚）は、CCD撮像素子の各画素に対応した、総数512×512のRAMである。任意の画素は座標（x，y）と、強度Iで表され、その強度Iは0～255段階にデジタル化されている。又、画面の中心がxy座標系の原点であり、その原点は実空間において、カメラの光軸と路面との交点に対応する。

【0014】次にステップS110に移る。ステップS110が、本発明の誘導線候補抽出手段である。ここでは、フレームメモリ165に取り込まれた画像に対して、まずマトリクス重み付け演算であるソーベル演算子処理等が行われ、それぞれ強度画像と濃度勾配を表す角度画像（微分画像）が算出される。強度画像からは、所定の閾値以上の強度を持つ線分が抽出され、角度画像からは、その線分に対応する複数のエッジ、すなわち、線分と背景との正確な境界が抽出される。そしてそのエッジ間の距離、すなわち線分の幅が走行路に引かれた白線の幅に対応し、且つ、エッジ間の角度が互いに逆向きならば、強度画像で抽出された線分は誘導線候補として判断される。

【0015】図4（a）、（b）に示すように、3次元空間座標である道路座標系（XYZ）とカメラ座標系（X'Y'Z'）とを設定する。道路座標系（XYZ）は2本の誘導線A1、A2の間の中央線（以下、単に、中央線という）上に原点を有し、その原点が自動車の移動と共に変化するような中央線に沿って移動する路面上の座標系である。誘導線A1、A2の接線方向がZ軸、路面に垂直な方向（高さ方向）がX軸、進行方向に向かって右方向で路面に平行な方向がY軸である。又、カメラ座標系（X'Y'Z'）は自動車に剛体的に固定されたカメラから見た座標系である。Z'軸方向はカメラの光軸方向であり、Y'はカメラを基準にした水平方向、

$X'$  はカメラを基準にした垂直方向である。 $(x, y)$  は画面上にとられた上述した  $xy$  座標系での座標である。走行路に引かれた誘導線の道路座標系  $(XYZ)$  で

$$X=0$$

【数2】

$$Y=cZ_c^2+\kappa W-e$$

【数3】

$$Z=Z_c$$

【0017】ただし、 $Z_c$  は中央線上の  $Z$  座標、 $c$  は誘導線の曲率の  $1/2$ 、 $W$  は2本の誘導線  $A1$  と  $A2$  の間隔、即ち、走行路の幅の  $1/2$ 、 $\kappa$  は  $1, -1$  である。右側の誘導線  $A2$  は  $\kappa=1$ 、左側の誘導線  $A2$  は  $\kappa=-1$  である。 $e$  はカメラ原点の道路座標系  $(XYZ)$  における  $Y$  座標 (カメラ原点の中央線に対する位置偏差) である。上記の (1) ~ (3) 式は、中央線上の  $Z$  座標  $Z_c$  を媒介変数とした誘導線  $A1$ 、 $A2$  の曲線の方程式である。

$$x=x'\cos\psi+y'\sin\psi$$

【数5】

$$y=-x'\sin\psi+y'\cos\psi$$

【数6】

$$x'=-F_x h/Z_c-F_x\phi$$

【数7】

$$y'=F_y(cZ_c^2/2+\kappa W-e)/Z_c-F_y\theta$$

【0020】但し、 $F_x, F_y$  はレンズ焦点距離、 $h$  はカメラ原点の道路座標系  $(XYZ)$  での  $Z$  座標 (高さ)、 $\theta$  はヨー角、 $\phi$  はピッチ角、 $\psi$  はロール角である。これらの変数 ( $\theta, \phi, \psi$ ) は道路座標系  $(XYZ)$  の各軸を基準として定義される変数であり、カメラの姿勢を表す。但し、 $\theta$  と  $\phi$  は小さいものと仮定している。

【0021】画面上の誘導線  $A1$ 、 $A2$  の位置から道路座標系  $(XYZ)$  での誘導線  $A1$ 、 $A2$  の位置が分かる。これにより、中央線からの車体の位置偏差  $e$ 、姿勢 ( $\theta, \phi, \psi$ )、中央線上の  $Z$  座標  $Z_c$ 、誘導線の曲率  $c$  を求めることができる。これらの測定されたパラメータに基づいて、自動車の位置及び姿勢の制御や警報が行なわれる。この制御方法は公知の方法があり、本発明の要旨ではないので説明を省略する。

【0022】次に、上記のように自動車の位置及び姿勢を制御するための本発明の要旨である画面上での誘導線の決定の方法について説明する。前回までに観測された画像から求められているパラメータ ( $e(t), c(t), W(t), \theta(t), \phi(t), \psi(t)$ ) の軌跡から次の観測時でのこれらのパラメータの値が予測演算されている。即ち、前回の撮像タイミングにおける後述するステップ  $S160$  において、次の撮像時における上記のパラメータの値がカルマンフィルタを用いて予測されている。これについては、後述する。

【0023】誘導線予測手段であるステップ  $S120$  で

の曲線の式は、次式で表現される。

【0016】

【数1】

(1)

(2)

(3)

【0018】道路座標系  $(XYZ)$  におけるカメラの位置、姿勢、焦点距離等のカメラパラメータを用いた投影変換により、道路座標系  $(XYZ)$  から画面上の座標系  $(xy)$  への変換が可能である。よって、上記の誘導線上の点  $(X, Y, Z)$  を画像上の座標  $(x, y)$  で表すと、(6)、(7) 式を代入した (4)、(5) 式で与えられる。

【0019】

【数4】

(4)

(5)

(6)

(7)

は、予測されている今回の撮像時点におけるこれらのパラメータに基づいて、画面上における誘導線  $A1$ 、 $A2$  の存在位置が予測演算される。即ち、それらのパラメータを用いて、(4) ~ (7) 式により画面上での誘導線  $A1$  の予測線  $L1$  が求められる。図3では、誘導線  $A1$  についてのみ記載されているが、誘導線  $A2$  についても同様である。

【0024】図3(a)、(b)に示すように誘導線候補が抽出された上記強度画像上に、パラメータの予測値に基づいて計算された予測線  $L1$  が形成される。

【0025】次に、ステップ  $S130$  ~ ステップ  $S150$  で、この予測線  $L1$  に基づいて、ステップ  $S110$  で抽出された誘導線候補の妥当性が調べられる。ステップ  $S130$  が、偏差演算手段である。ここでは、予測線  $L1$  に対する誘導線候補の偏差分布が求められる。図3(a)、(b)に示されるように予測線  $L1$  を中心に所定の探索幅  $2D1$  を持つ第1ウィンド  $DW1$  が設定され、その中で誘導線候補  $B$  が探索される。

【0026】探索方法は、便宜上、特定の走査線にインデクス  $i$  を定義し、その走査線  $i$  と交差する予測線  $L1$  の  $y$  座標値  $b_i$  と同じく走査線  $i$  と交差する誘導線候補  $B$  の  $y$  座標値  $c_i$  を求める。この走査線  $i$  が誘導線候補  $B$  と交差する点を、便宜上、候補点  $C_i$  と呼ぶ。

【0027】そして、それらの差すなわち、位置偏差  $d_i (=c_i - b_i)$  が算出される。位置偏差  $d_i$  は符号を有しており、その符号は、例えば、予測線  $L1$  を基準

として右にあれば正、左にあれば負である。そして、インデックス $i$ で示される個数だけの $d_i$  (図3では、 $i = 1 \cdots N$ ) すなわち偏差分布が求められ、ステップS140に移行する。

【0028】ステップS140及び次のステップS150が分散関連値演算手段を構成している。又、ステップS140はこの分散関連値演算手段のうちの平均値演算手段でもある。ここでは、ステップS130で求められた偏差分布の平均値 $d_{ave}$ が算出される。

【0029】次に、ステップS150、ステップS160に移行する。まずステップS150では、ステップS130で求められた各位置偏差 $d_i$ の妥当性すなわち候補点 $C_i$ の妥当性を判断するため、上記偏差平均値 $d_{ave}$ を基にして、各位置偏差 $d_i$ の分散状態が調べられる。その方法は、図3(a)、(b)に示されるように、新たに、予測線 $L_1$ に上記平均値 $d_{ave}$ を加えた平均値線 $L_2$ を作成する。そして、その平均値線 $L_2$ を中心とし、所定の探索幅 $2D_2$ を持つ第2ウィンドウ $2W_2$ を設定し、その領域内で、誘導線候補 $B$ を探索するものである。

【0030】その探索方法を、図5に示すステップS151から始まるサブルーチンで示す。ステップS151では、走査線インデックス $i$ とカウンタ $W$ が0に初期化される。ステップS152では、そのインデックス $i$ が更新され、次のステップS153で、平均値線 $L_2$ からの距離、 $|c_i - b_i - d_{ave}|$ 、すなわち、平均位置偏差に対する位置偏差の偏差の絶対値 $|d_i - d_{ave}|$  ( $=\Delta i$ とする)が算出される。

【0031】その値 $\Delta i$ が所定の値 $D_2$ より小さいか否かが判定され、 $D_2$ より小さければ、ステップS154へ移行して、カウンタ $W$ を1だけ加算更新する。又、 $D_2$ より小さくなければ、カウンタ $W$ の値は更新されない。次に、ステップS155へ移行して、インデックス $i$ が最終値 $N$ か否かが判定され、最終値でなければ、ステップS152に戻り、次の走査線に対して同様な処理が実行される。ステップS155で最終値と判定されると、ステップS156へ移行して、カウンタ $W$ の値が所定値 $Th$ 以上か否かが判定される。所定値以上であれば、平均値からの位置偏差の分散が所定値以下であるとして、誘導線候補は真正なものと判定される。このステップS156が誘導線決定手段を構成する。

【0032】このカウンタ $W$ の値は、位置偏差 $d_i$ の分散 $\sigma$ に対応している。よって、位置偏差の分散 $\sigma$ が小さいならば、誘導線としてのまとまりがあり、線分の全体判断として誘導線である確率が高いので、この誘導線候

$$p = [e \ \theta \ \phi \ \psi \ c \ W]^T : T \text{は転置行列}$$

また、観測対象は、例えば、図7に示す予測線 $L_1$ と誘導線候補との距離 $d$ とする。

【0041】一般に、パラメータに急激な変化がない場合、 $k$ 番目の状態ベクトル $p_k$ と $k+1$ 番目の状態ベク

補 $B$ を真正な誘導線として決定する。

【0033】真正な誘導線として決定された誘導線の情報は、ステップS157において、インデックス $i$ に対応する誘導線候補の $y$ 座標値 $c_i$ 、すなわち候補点 $C_i$ の $(x, y)$ 座標として所定のメモリ領域に登録される。

【0034】そのデータ構造を図6に示す。ここで $k$ は、走査線間隔を表す定数であり、例えば5走査線間隔で調べる場合は、5とする。 $N$ は、必要な誘導線形成点の総数であり、例えば50である。

【0035】カウンタ $W$ の値が所定値 $Th$ 以下であれば、位置偏差の分散 $\sigma$ が大きいことを示している。即ち、誘導線としてのまとまりがなく、その誘導線候補は、線分の全体判断の結果、誘導線である確率が低いので、この誘導線候補 $B$ を真正な誘導線としては採用しない。

【0036】例えば、図3(b)のように縁石など誘導線の類似物の場合には、予測線 $L_1$ に対して、不規則に分布することが予測される。この場合には、上述した位置偏差の平均値に対する偏差の分散が大きくなる。これにより、真正な誘導線と雑音線とを正確に区別することができる。

【0037】このようにして、真正な誘導線が決定された後は、図2のステップS160が実行される。ステップS160では、次の予測線の位置を求めるために、ステップS150で得られた現在の誘導線の位置から上述したように、(4)～(7)式を用いて、パラメータ( $e(t)$ ,  $c(t)$ ,  $W(t)$ ,  $\theta(t)$ ,  $\phi(t)$ ,  $\psi(t)$ )が演算される。そして、これらのパラメータから、次の撮像タイミングにおけるパラメータの値が予測演算される。これは、良く知られたカルマンフィルタを用いて演算される。カルマンフィルタとは、システムのダイナミクスとノイズの統計的性質と観測データから、システム状態の最小2乗推定を逐次的に与える手法である。

【0038】尚、本実施例では、拡張カルマンフィルタが用いられた。拡張カルマンフィルタとは、非線形のダイナミクスや観測過程を線型化して、カルマンフィルタを適用する手法である。次に、概略する。

【0039】上述したパラメータの組( $e$ ,  $\theta$ ,  $\phi$ ,  $\psi$ ,  $c$ ,  $W$ ) (以下、時間変数 $t$ は記載を省略)を以下のように6次元状態ベクトル $p$ で定義する。

【0040】

【数8】

(8)

トル $p_{k+1}$ の間、および $k$ 番目の状態ベクトル $p_k$ と $k$ 番目の距離 $d_k$ の間には、次の関係が成立する。

【数9】

$$p_{k+1} = f_k(p_k) + u_k$$

(9)

【数10】

$$d_k = h_k(p_k) + v_k$$

(10)

ここで、 $k$  : 更新回数

$u_k$  : システムに付加されるノイズベクトル

$f_k$  : ダイナミクスを表現する関数

$v_k$  : 観測ノイズ項のベクトル

$h_k$  : 観測過程を表現する関数

【0042】カルマンフィルタの教える所によれば、関数  $f_k$  ,  $h_k$  を線形化し、行列式で表現できれば、 $k$  を逐次更新することにより、この(9)、(10)の方程式は解くことができ、最後に次のパラメータ状態ベクトル  $p_{k+1}$  が求められる。尚、実際には、 $p_k$  が独立変数6個の列ベクトルであることから、関数  $f_k$  ,  $h_k$  は同じく1行6列の行列式で表される。この状態ベクトル  $p_{k+1}$  を表す  $e$  ,  $\theta$  ,  $\phi$  ,  $\psi$  ,  $c$  ,  $W$  が次回に予想されるパラメータとなる。

【0043】ステップS160では、このように次の撮像時におけるパラメータ値が予測され、その値に基づいて前回に決定された誘導線に対する予測偏差  $d_k$  が演算されて、その予測偏差  $d_k$  に基づいて次の予測線L1の画面上の位置が決定される。このような処理が繰返実行される。尚、前回に真正な誘導線が決定されなかった場合には、過去の最新に決定された誘導線に基づく予測偏差  $d_k$  が演算されることになる。一方、真正な誘導線が決定される毎に、最新のパラメータが決定され、そのパラメータに基づいて、又は、雑音除去のためにカルマンフィルタにより予測されたパラメータ値に基づいて、走行路の所定位置(例えば、中央線)に位置決め走行路に沿った姿勢となるように、自動車の位置及び姿勢を制御することは上述したとおりである。これらの制御値は、I/Oインターフェース130を介して、図示しない制御機器に出力され、自動車の姿勢制御等に使用される。上記の手法によれば、直線道路や緩やかなカーブ道路は言うまでもなく、曲率の大きいカーブ道路やあるいは急激な誘導線の変化も、確実に予測し捉えることができる。

【0044】以上、本発明を表わす1実施例を示したが、他にさまざまな変形例が考えられる。上記実施例では、誘導線候補の予測線に対する位置偏差の分散を求めるのに、位置偏差の平均値に対して所定範囲に存在する誘導線候補上の点の数で求めているが、これを直接、位置偏差の分散  $\sigma$  を求めるようにしても良い。要するに、位置偏差の分散  $\sigma$  に関連する値を演算すれば、本発明の効果を達成することができる。

【0045】また、ステップS153では、各位置偏差に符号があるため、偏差平均との差の絶対値の大きさを判断したが、差の2乗をもって判断してもよい。また、本実施例では、ステップS160で、誘導線に関するパラメータおよびカメラ姿勢に関するパラメータの全てを

予測したが、カメラ姿勢、即ち、自動車の姿勢の変化が緩慢な場合、誘導線に関するパラメータのみを用いても良い。又、予測線の演算には、カルマンフィルタを用いているが、最小自乗近似等の他の方法でも良い。特に、パラメータを簡略化する場合には、過去に抽出された誘導線の時間に関するラグランジェ補間、スプライン補間、最小2乗近似曲線補間を用いることができる。

【0046】また、本実施例では、1台の撮像装置で画像処理を行ったが、より高速処理が必要な場合は、左右の誘導線に対してそれぞれ別の撮像装置を1台ずつ設け、同じ処理を施し、総合的に判断してもよい。また、誘導線には走行路の両端に引かれている白線を用いたが、片側の白線でも良い。その他、ガードレール等、車両を誘導するための指標となるものであれば、任意の誘導線を用いることが可能である。その他、いろいろな変形例が考えられるが、本発明の主旨である誘導線候補の予測線に対する位置偏差の分散により、誘導線の真偽を判定するものであれば、その方法は問わない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施例に係る走行路認識装置の構成を示す構成図。

【図2】走行路認識装置のCPUの処理手順を示すフローチャート。

【図3】予測線に対する位置偏差の分散により誘導線を確定する方法を示した説明図。

【図4】道路座標系、カメラ座標系、撮像素子座標系の関係を示した説明図。

【図5】位置偏差の分散関連値と誘導線を確定するためのCPUの処理手順を示したフローチャート。

【図6】確定された真正な誘導線の位置を記憶するためのデータ構造を示した説明図。

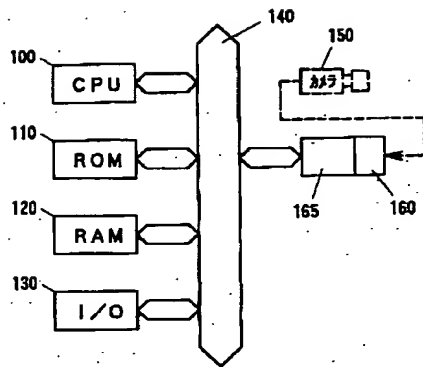
【図7】カルマンフィルタを使用して予測線の位置を求める方法を示した説明図。

【図8】従来の誘導線の確定方法を示した説明図。

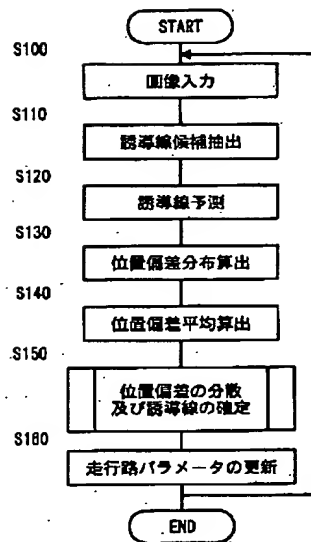
【符号の説明】

100	CPU
110	ROM
120	RAM
140	システムバス
150	カメラ
160	画像入力装置
165	フレームメモリ
L1	予測線
L2	平均値線
Ci	候補点
DW1	第1ウィンド
DW2	第2ウィンド

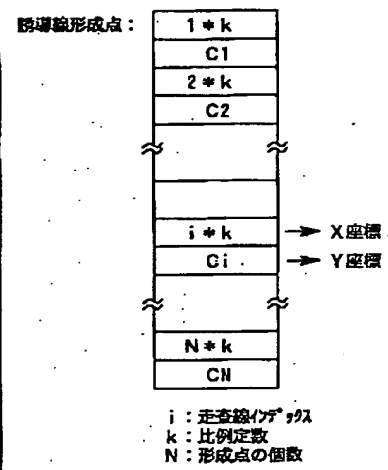
【図1】



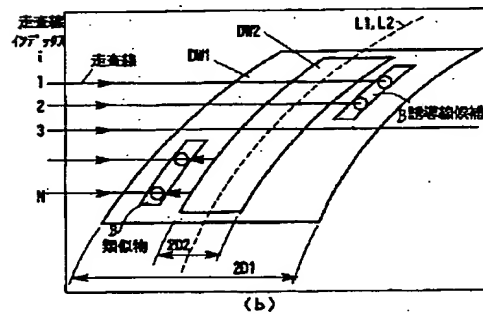
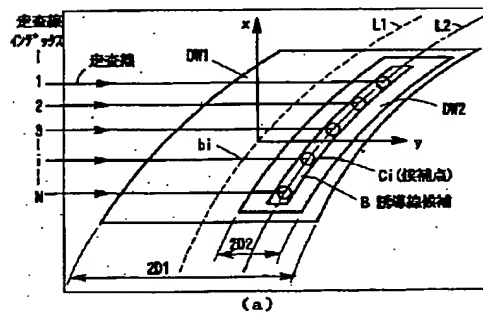
【図2】



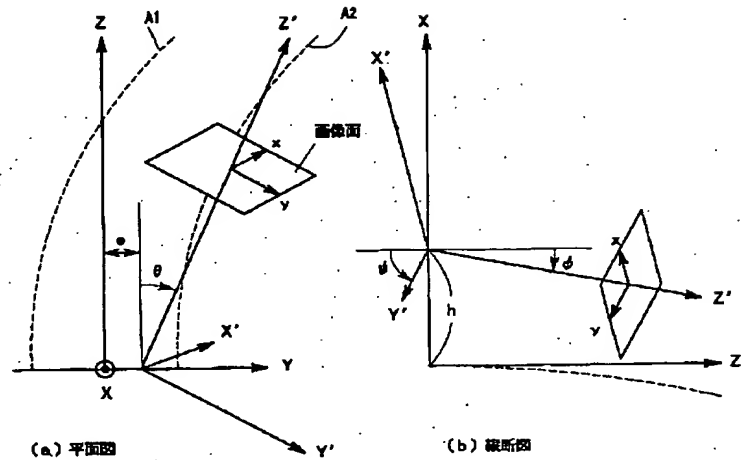
【図6】



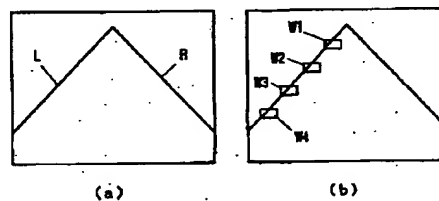
【図3】



【図4】

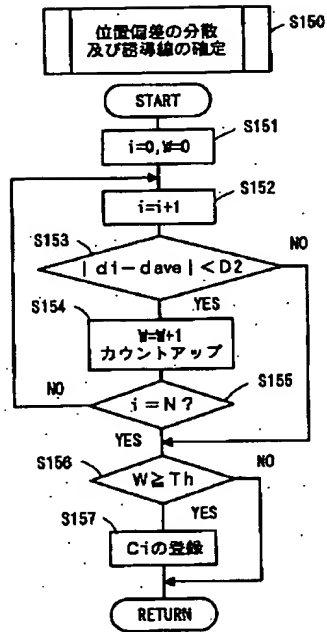


【図8】





【図5】



【図7】

